

**Rectifier-power pack e.g. for welding or plasma-cutting apparatus**

**Patent number:** DE19522369  
**Publication date:** 1997-01-02  
**Inventor:** SCHMIDT KLAUS-P [DE]  
**Applicant:** NIEPENBERG DALEX WERKE [DE]  
**Classification:**  
- international: H02M7/06; H02H7/12  
- european: B23K9/10A3; H02M1/00B5  
**Application number:** DE19951022369 19950620  
**Priority number(s):** DE19951022369 19950620

**Abstract of DE19522369**

A rectifier for welding or plasma-cutting apparatus is a full-wave one (1) with a capacitive support circuit (4) and a step-up converter (3). The latter has a control unit 913) receiving as input parameters the link current and input and output voltages, as well as a setpoint for the converter output voltage. The output voltage parameter is fed to the control unit via a band-limiting filter unit (18) which damps the alternating components generated by the capacitive support circuit. The filter unit is a low-pass filter and its base frequency is chosen so that the doubled mains frequency lies within the damping region.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 22 369 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 02 M 7/06**  
H 02 H 7/12

②1 Aktenzeichen: 195 22 369.1  
②2 Anmeldetag: 20. 6. 95  
④3 Offenlegungstag: 2. 1. 97

DE 195 22 369 A 1

⑦1 Anmelder:  
Dalex - Werke Niepenberg GmbH & Co. KG, 57537  
Wissen, DE

⑦4 Vertreter:  
Manitz, Finsterwald & Partner, 80538 München

⑦2 Erfinder:  
Schmidt, Klaus-P., 57584 Scheuerfeld, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 33 10 774 C2  
DE 28 01 391 B1  
EP 4 36 980 A1

VERITRON, Stromrichtergeräte Baureihe G, BBC  
Brown Boveri AG, Mannheim, 1976, S.4-33;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Gleichrichter-Netzteil

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Gleichrichter-Netzteil, insbesondere für Schweiß- oder Plasma-Schneidgeräte, mit einem an ein Wechselspannungsnetz anschließbaren Doppelweg-Gleichrichter, welchem ein kapazitiver Stützkreis und ein den zeitlichen Verlauf der Netzstromaufnahme an den Netzspannungsverlauf anpassender Aufwärtswandler nachgeordnet sind, wobei der Aufwärtswandler von einem Regelglied angesteuert ist, dem als Eingangsgrößen die zeitlichen Verläufe der Netzstromaufnahme, der Eingangs- und der Ausgangsspannung des Aufwärtswandlers sowie insbesondere ein auf die Ausgangsspannung des Aufwärtswandlers bezogener Sollwert zugeführt sind, bei dem die durch die Ausgangsspannung des Aufwärtswandlers gebildete Eingangsgröße des Regelglieds diesem über einen bandbegrenzenden und eine vom kapazitiven Stützkreis erzeugte Wechselspannungskomponente dämpfenden Filterbaustein zugeführt ist und/oder bei dem einer Komponente des Regelglieds anstelle der durch die Eingangsspannung des Aufwärtswandlers gebildeten Eingangsgröße die mit dem Quadrat ihres Kehrwerts multiplizierte Eingangsspannung des Aufwärtswandlers im wesentlichen unverzögert zugeführt ist.

DE 195 22 369 A 1

Die Erfindung betrifft ein Gleichrichter-Netzteil, insbesondere für Schweiß- oder Plasma-Schneidgeräte, mit einem an ein Wechselspannungsnetz anschließbaren Doppelweg-Gleichrichter, welchem ein kapazitiver Stützkreis und ein den zeitlichen Verlauf der Netzstromaufnahme an den Netzspannungsverlauf anpassender Aufwärtswandler nachgeordnet sind, wobei der Aufwärtswandler von einem Regelglied angesteuert ist, dem als Eingangsgrößen die zeitlichen Verläufe der Netzstromaufnahme, der Eingangs- und der Ausgangsspannung des Aufwärtswandlers sowie insbesondere ein auf die Ausgangsspannung des Aufwärtswandlers bezogener Sollwert zugeführt sind.

Derartige Gleichrichter-Netzteile sollen problemlos an unterschiedliche Versorgungswechselspannungen, insbesondere auch an von Generatoren erzeugte Versorgungswechselspannungen anschließbar sein. Dabei ist es vor allem wünschenswert, daß sich das Gleichrichter-Netzteil ohne die Betätigung von Schaltern oder Potentiometern selbsttätig stufenlos an die beispielsweise in einem Bereich von 90 bis 250 VAC variierenden Amplituden der Versorgungsspannungen anpaßt. Hierbei wird weiterhin gefordert, daß auch vergleichsweise große Netzspannungsschwankungen, die beispielsweise  $\pm 30\%$  betragen können, keine negativen Auswirkungen auf die Funktionsweise bzw. den Wirkungsgrad des Netzteils haben.

Schließlich ist es für die Einhaltung bestehender Normen auch nötig, die Gleichrichter-Netzteile so auszubilden, daß sie einen möglichst hohen Wirkungsgrad bzw. einen möglichst guten Leistungsfaktor  $\cos\phi$  aufweisen, um die aus dem Versorgungsnetz aufgenommene Scheinleistung gering zu halten und den von den Geräten erzeugten und in nachteiliger Weise auf das Versorgungsnetz zurückwirkenden Oberwellengehalt zu reduzieren.

Die genannten Leistungsmerkmale eines Gleichrichter-Netzteils werden zumindest teilweise durch den Einsatz des eingangs erwähnten Aufwärtswandlers erreicht, der zum einen dafür sorgt, daß sich das Gleichrichter-Netzteil selbsttätig an unterschiedliche Versorgungsspannungen anpaßt und andererseits eine Verbesserung des Leistungsfaktors  $\cos\phi$  bewirkt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Gleichrichter-Netzteil der eingangs erwähnten Art so auszubilden bzw. einen in einem derartigen Netzteil vorhandenen Aufwärtswandler so zu modifizieren bzw. zu beschalten, daß sich eine weitere Verbesserung des Wirkungsgrades bzw. eine weitere Verbesserung des Leistungsfaktors  $\cos\phi$  ergibt.

Gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die durch die Ausgangsspannung des Aufwärtswandlers gebildete Eingangsgröße des Regelgliedes diesem über einen bandbegrenzenden und eine vom kapazitiven Stützkreis erzeugte Wechselspannungskomponente dämpfenden Filterbauteil zugeführt ist.

Gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß eine Komponente des Regelgliedes anstelle der durch die Eingangsspannung des Aufwärtswandlers gebildeten Eingangsgröße die mit dem Quadrat ihres Kehrwerts multiplizierte Eingangsspannung des Aufwärtswandlers im wesentlichen unverzögert zugeführt ist.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Lösungsansätze gemäß der ersten und der zweiten Ausführungsform der

Erfindung in einem Gleichrichter-Netzteil miteinander kombiniert werden.

Zum besseren Verständnis der Erfindung sei vorab die Funktion des im Gleichrichter-Netzteil enthaltenen Aufwärtswandlers beschrieben:

Der Aufwärtswandler ist mit zwei Eingangs- und zwei Ausgangsklemmen versehen, wobei zwischen der ersten Eingangs- und der ersten Ausgangsklemme eine Reihenschaltung aus einer Drossel und einer Diode vorgesehen ist. Der Verbindungspunkt von Drossel und Diode ist über einen elektronischen Schalter mit der zweiten Eingangs- und der zweiten Ausgangsklemme verbunden.

Dabei ist der elektronische Schalter von einem Regelglied beaufschlagt, das einen ersten und einen zweiten vergleichenden Regelverstärker, einen Multiplizierer und eine den elektronischen Schalter des Aufwärtswandlers ansteuernde Pulsweitenmodulationstreiberstufe aufweist.

Der erste Regelverstärker des Regelgliedes vergleicht jeweils die momentane Ausgangsspannung des Aufwärtswandlers mit einem auf die Ausgangsspannung des Aufwärtswandlers bezogenen Sollwert. Das Ausgangssignal dieses ersten Regelverstärkers erzeugt im stationären Betriebsfall, das heißt bei übereinstimmenden Eingangssignalen, ein Gleichspannungssignal.

Das Ausgangssignal des ersten Regelverstärkers wird ebenso wie ein dem Betrag der Eingangsspannung des Aufwärtswandlers entsprechendes Signal dem Multiplizierer zugeführt, dessen Ausgangssignal somit dem Verlauf der Eingangsspannung des Aufwärtswandlers bzw. dem Netzspannungsverlauf und damit dem Sollverlauf der Netzstromaufnahme entspricht.

Das Ausgangssignal des Multiplizierers wird dann dem zweiten Regelverstärker zugeführt, an welchen als zweites Eingangssignal ein dem tatsächlichen zeitlichen Verlauf der Netzstromaufnahme repräsentierendes Signal angelegt ist.

Das Ausgangssignal des zweiten Regelverstärkers ist der Pulsweitenmodulationstreiberstufe zugeführt und steuert diese letztendlich so an, daß der tatsächliche Verlauf der Netzstromaufnahme dem Sollverlauf angepaßt wird. Da die Form des Sollverlaufs durch die Einspeisung des Betrages der Eingangsspannung des Aufwärtswandlers in den Multiplizierer vorgegeben wird, wird die Kurvenform der Netzstromaufnahme der Kurvenform der Netzspannung angeglichen, was zu einem besseren Leistungsfaktor  $\cos\phi$  führt.

Die Pulsweitenmodulationstreiberstufe erzeugt ein Taktsignal mit modulierter Pulsweite, welches den elektronischen Schalter des Aufwärtswandlers ansteuert und eine Frequenz aufweist, die deutlich, beispielsweise um den Faktor 1000, über der Netzfrequenz liegt. Bevorzugt beträgt die Taktfrequenz der Pulsweitenmodulationstreiberstufe zwischen 20 und 60 kHz.

Durch den Einsatz des auf die beschriebene Art und Weise angesteuerten Aufwärtswandlers werden neben der Verbesserung des Leistungsfaktors  $\cos\phi$  eine Reihe von weiteren Vorteilen erzielt:

— Das Übersetzungsverhältnis zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung des Aufwärtswandlers kann stufenlos verändert werden, wobei durch die im Aufwärtswandler integrierte Drossel insbesondere auch Spannungen erzeugt werden können, die oberhalb der Netzspannung liegen. Der Aufwärtswandler wird dabei beispielsweise so konfiguriert, daß seine Ausgangsspannung unabhängig von der

Netzspannung immer eine Amplitude von ungefähr 360 V aufweist.

— Es muß kein mit den üblichen Nachteilen der Kopplungsprobleme und Streuinduktivitäten behafteter Transformator eingesetzt werden.

— Die auftretende Sperrspannungsbeanspruchung der elektronischen Schalter wird auf die Ausgangsspannung des Aufwärtswandlers begrenzt.

— Die Dimensionierung der dem Aufwärtswandler nachgeschalteten Bauteile gestaltet sich wesentlich einfacher, da die Bauteile nur auf eine feste Ausgangsspannung des Aufwärtswandlers ausgelegt werden müssen, das heißt, diesen Bauteilen wird unabhängig von der Amplitude der Netzspannung immer eine einheitliche Spannung zugeführt.

Der Erfindung gemäß der ersten Lösungsvariante liegt die Erkenntnis zugrunde, daß der dem Aufwärtswandler nachgeschaltete kapazitive Stützkreis die am Ausgang des Aufwärtswandlers fehlende Leistung zur Erzeugung einer letztendlich konstanten Leistung zur Verfügung stellen muß, weshalb der kapazitive Stützkreis eine der Ausgangsspannung des Aufwärtswandlers überlagerte Wechselspannung erzeugt. Die Frequenz dieser Wechselspannung entspricht der doppelten Netzfrequenz, ihre Amplitude ist abhängig von der vom Stützkreis zur Verfügung gestellten Leistung.

Die genannte, durch den kapazitiven Stützkreis erzeugte Wechselspannung führt zu dem Problem, daß der erste Regelverstärker des den Aufwärtswandler ansteuernden Regelgliedes die am Ausgang des Aufwärtswandlers überlagerte Wechselspannung fälschlicherweise als Fehler interpretiert, welcher vom ersten Regelverstärker mit invertierter Phasenlage verstärkt wird.

Dieser verstärkte Fehler pflanzt sich dann auf den Multiplizierer und in der Folge auch auf den zweiten Regelverstärker fort und führt letztendlich zu einer erheblichen Verzerrung des Verlaufs der Netzstromaufnahme und somit zu einem verschlechterten Leistungsfaktor  $\cos\varphi$  und zu einem erhöhten Oberwellengehalt des Netzstromes.

Um diesen Fehler zu vermeiden, wird gemäß der ersten Lösungsvariante der Erfindung die Ausgangsspannung des Aufwärtswandlers dem Regelglied bzw. dem ersten Regelverstärker des Regelgliedes nicht direkt, sondern über einen bandbegrenzenden Filterbaustein zugeführt, der die vom kapazitiven Stützkreis erzeugte Wechselspannungskomponente dämpft bzw. ausfiltert. Folglich kann erfindungsgemäß der erste Regelverstärker des Regelgliedes den durch die überlagerte Wechselspannung bedingten Fehler nicht mehr verstärken und auf die weiteren Komponenten des Regelgliedes übertragen.

Dies führt dazu, daß Verzerrungen des Verlaufs der Netzstromaufnahme vermieden werden und ein guter, das heißt ein verbesserter Leistungsfaktor  $\cos\varphi$  erzielbar ist.

Der erfindungsgemäß vorgesehene Filterbaustein wird vorzugsweise als Tiefpaß ausgeführt, wobei die Grenzfrequenz des Filterbausteins so gewählt ist, daß die doppelte Netzfrequenz im Dämpfungsbereich liegt.

Vorzugsweise kann die Grenzfrequenz des Filterbausteins in Abhängigkeit von der Netzfrequenz einstellbar sein, wobei mögliche Netzfrequenzen in einem Bereich von 50 bis 400 Hz liegen, so daß das erfindungsgemäße Gleichrichter-Netzteil an alle weltweit unterschiedlichen Versorgungsnetze und insbesondere auch an

Schiffsgeneratoren angeschlossen werden kann.

Der Erfindung gemäß der zweiten Lösungsvariante liegt folgende Erkenntnis zugrunde:

Es wird gefordert, daß der Aufwärtswandler eine konstante Ausgangsleistung abgibt, was mittels eines entsprechenden Stromflusses durch den elektronischen Schalter des Aufwärtswandlers bewerkstelligbar ist. Der Strom entspricht dabei einer bestimmten Einschaltzeit des elektronischen Schalters.

Wenn die Eingangsspannung des Netzteils in ihrem normalen, im wesentlichen sinusförmigen Verlauf oder auch durch Netzspannungsschwankungen beispielsweise halbiert wird, muß der Strom zur Gewährleistung einer konstanten Leistung verdoppelt werden.

Eine Verdopplung des Stroms läßt sich dabei aufgrund der verringerten Spannung jedoch nicht durch eine Verdopplung der Einschaltzeit des elektronischen Schalters, sondern nur durch eine Vervierfachung derselben erreichen. Bei der Verringerung der Eingangsspannung des Netzteils um einen bestimmten Faktor muß also zur Gewährleistung konstanter Leistung die Einschaltzeit des elektronischen Schalters des Aufwärtswandlers um das Quadrat dieses Faktors verlängert werden.

In diesem Zusammenhang ist es problematisch, daß die die Einschaltzeit des elektronischen Schalters des Aufwärtswandlers steuernde Regelschleife eine gewisse Reaktionszeit aufweist. Aufgrund des vorstehend beschriebenen Sachverhalts wird beispielsweise die bei einem Lastsprung von 0 auf 230 V gegebene Regelzeit von 50 ms bei einem Lastsprung von 0 auf 115 V um den Faktor 4 auf 200 ms verlängert.

Im Rahmen der Erfindung wurde erkannt, daß sich die Reaktionszeit des Regelkreises mit dem Quadrat der Eingangsspannung des Aufwärtswandlers verlängert.

Daher kann der unerwünschten Verlängerung der Reaktionszeit dadurch entgegengewirkt werden, daß dem Regelglied anstelle der durch die Eingangsspannung des Aufwärtswandlers gebildeten Eingangsgröße die mit dem Quadrat ihres Kehrwerts multiplizierte Eingangsspannung des Aufwärtswandlers unverzögert zugeführt wird. Durch die Multiplikation der Eingangsspannung des Aufwärtswandlers mit dem Quadrat ihres Kehrwerts wird der beschriebene Fehler mathematisch eliminiert, wodurch gewährleistet ist, daß das Regelglied bzw. dessen erster Regelverstärker nur noch die Leistungsänderungen am Ausgang des Aufwärtswandlers ausregelt und Änderungen in der Eingangsspannung des Aufwärtswandlers unberücksichtigt bleiben.

Für eine besonders gute Funktionsweise eines erfindungsgemäßen Gleichrichter-Netzteils gemäß der zweiten Lösungsvariante ist es von Vorteil, wenn dem im Regelglied enthaltenen Multiplizierer das dem Quadrat des Kehrwerts der Eingangsspannung des Aufwärtswandlers repräsentierende Signal mit einer möglichst kurzen, insbesondere einer vernachlässigbaren Verzögerungszeit zugeführt wird.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert; es zeigt:

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Gleichrichter-Netzteils gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1,

Fig. 2 den schematischen Aufbau eines Regelgliedes zur Ansteuerung eines Aufwärtswandlers,

Fig. 3 verschiedene, bei einem Gleichrichter-Netzteil gemäß Fig. 1 gegebene Kurvenverläufe,

Fig. 4 ein gemäß der ersten Lösungsvariante der Erfindung modifiziertes Blockschaltbild gemäß Fig. 1,

Fig. 5 einen bei einem Gleichrichter-Netzteil gemäß Fig. 4 einsetzbaren Filterbaustein,

Fig. 6 verschiedene Kurvenverläufe eines Gleichrichter-Netzteils gemäß Fig. 4, und

Fig. 7 ein Schaltbild eines Gleichrichter-Netzteils gemäß der zweiten Lösungsvariante der Erfindung.

Das in Fig. 1 durch ein Blockschaltbild dargestellte Netzteil weist einen Doppelweg-Gleichrichter 1 mit zwei Eingangsklemmen 2 auf, die an ein Wechselspannungsnetz anschließbar sind.

Dem Doppelweggleichrichter 1 ist in Parallelschaltung ein Aufwärtswandler bzw. Hochsetzsteller 3 und ein kapazitiver Stützkreis 4 nachgeschaltet.

Der Aufwärtswandler 3 ist mit zwei Eingangsklemmen 5, 6 und zwei Ausgangsklemmen 7, 8 versehen, wobei zwischen der ersten Eingangsklemme 5 und der ersten Ausgangsklemme 7 in Reihenschaltung eine Drossel 9 und eine Diode 10 vorgesehen sind.

Der Verbindungspunkt von Drossel 9 und Diode 10 ist über einen elektronischen Schalter 11 mit der zweiten Eingangsklemme 6 und der zweiten Ausgangsklemme 8 kontaktiert.

Der elektronische Schalter 11 ist als steuerbarer Schalter ausgeführt, welcher mit einem von einem Regelglied 13 erzeugten Taktsignal 12 beaufschlagt wird.

Dem Regelglied 13 sind als Eingangsgrößen die zeitlichen Verläufe der Netzstromaufnahme  $I_{\text{ist}}$ , der Eingangsspannung des Aufwärtswandlers  $U_e$  und der Ausgangsspannung des Aufwärtswandlers  $U_a$  zugeführt. Zudem wird an das Regelglied 13 ein auf die Ausgangsspannung des Aufwärtswandlers bezogener Sollwert  $U_a/\text{soll}$  angelegt.

In Abhängigkeit von diesen Eingangsgrößen erzeugt das Regelglied 13 das den elektronischen Schalter 11 beaufschlagende Taktsignal 12. Der Doppelweggleichrichter 1 erzeugt eine Gleichspannung, der durch den kapazitiven Stützkreis 4 eine Wechselspannung mit doppelter Netzfrequenz überlagert wird, die schließlich für eine weitgehend konstante Ausgangsleistung der Gesamtanordnung sorgt. Durch den Einsatz des durch das Regelglied 13 angesteuerten Aufwärtswandlers 3 werden neben der Anpaßbarkeit des Netzteils an unterschiedliche Netzspannungen und dem verbesserten Leistungsfaktor  $\cos\phi$  die vorstehend bereits erwähnten Vorteile erreicht.

Um das Steuerprinzip des Aufwärtswandlers 3 zu verdeutlichen, ist in Fig. 2 der prinzipielle Aufbau des Regelgliedes 13 veranschaulicht.

Das Regelglied 13 weist einen ersten Regelverstärker 14, einen zweiten Regelverstärker 15, einen Multiplizierer 16 sowie eine den elektronischen Schalter 11 des Aufwärtswandlers 3 ansteuernde Pulsweitenmodulationstreiberstufe 17 auf.

Der erste Regelverstärker 14 ist mit der Ausgangsspannung  $U_a$  und dem auf diese bezogenen Sollwert  $U_a/\text{soll}$  beaufschlagt.

Das Ausgangssignal  $U_{R1}$  des ersten Regelverstärkers 14 ist gemeinsam mit einem den Betrag der Eingangsspannung des Aufwärtswandlers  $U_e$  repräsentierenden Signal dem Multiplizierer 16 zugeführt, dessen Ausgangssignal wiederum ein Eingangssignal des zweiten Regelverstärkers 15 bildet.

Dem zweiten Regelverstärker 15 ist als zweites Eingangssignal ein den zeitlichen Verlauf der Netzstromaufnahme  $I_{\text{ist}}$  repräsentierendes Signal zugeführt.

Das Ausgangssignal des zweiten Regelverstärkers 15

ist der Pulsweitenmodulationstreiberstufe 17 zugeführt, welche in Abhängigkeit von diesem Eingangssignal ein Taktsignal mit variabler Pulsweite erzeugt, über das der elektronische Schalter 11 des Aufwärtswandlers 3 angesteuert wird.

Vorzugsweise wird die Pulsweitenmodulationstreiberstufe 17 mit einem Überspannungs- bzw. Überstromschutz versehen, welcher für eine Abschaltung sorgt, wenn die Eingangsspannung des Aufwärtswandlers bzw. die Netzstromaufnahme einen vorgegebenen Sollwert überschreitet.

Die eingangs bereits erläuterte Funktionsweise des Regelgliedes 13 wird im folgenden nochmals kurz erklärt:

Der erste Regelverstärker 14 vergleicht die Ausgangsspannung  $U_a$  des Aufwärtswandlers 3 mit dem auf diese bezogenen Sollwert  $U_a/\text{soll}$ . Das die Differenz dieser beiden Signale repräsentierende Ausgangssignal  $U_{R1}$  des ersten Regelverstärkers 14 wird mit dem Betrag der Eingangsspannung  $U_e$  des Aufwärtswandlers 3 multipliziert, wobei das entsprechende Produkt eine Vorgabe  $I_{\text{soll}}$  für die Netzstromaufnahme bildet.

Dieses Signal  $I_{\text{soll}}$  wird gemeinsam mit dem Ist-Wert  $I_{\text{ist}}$  der Netzstromaufnahme dem zweiten Regelverstärker 15 zugeführt, der den aufgenommenen Netzstrom entsprechend der Sollwertvorgabe  $I_{\text{soll}}$  nachführt. Dadurch ist gewährleistet, daß der Verlauf von  $I_{\text{soll}}$  immer im wesentlichen dem Netzspannungsverlauf folgt.

Das Ausgangssignal des zweiten Regelverstärkers 15 steuert die Pulsweitenmodulationstreiberstufe 17 an, die dann entsprechend die Öffnungszeiten des elektronischen Schalters 11 im Aufwärtswandler 3 verändert.

Fig. 3a zeigt den Verlauf der gleichgerichteten, sinusförmigen Netzspannung  $U_e$  am Eingang des Aufwärtswandlers 3, während Fig. 3b den Spannungsverlauf  $U_a$  am Ausgang des Aufwärtswandlers 3 repräsentiert.

Die im Ausgangssignal  $U_a$  des Aufwärtswandlers 3 enthaltene und vom kapazitiven Stützkreis 4 erzeugte Wechselspannungskomponente wird dem ersten Regelverstärker 14 des Regelgliedes 13 zugeführt, was zu einer unerwünschten und eingangs bereits erläuterten Verfälschung des Ausgangssignal  $U_{R1}$  des ersten Regelverstärkers 14 gemäß Fig. 3c führt.

Dieses verfälschte Regelsignal bewirkt schließlich eine Verzerrung der Netzstromaufnahme gemäß Fig. 3d.

Der durch Fig. 3 veranschaulichte unerwünschte Effekt der Verzerrung der Netzstromaufnahme wird gemäß der ersten Lösungsvariante dem Erfindung durch eine Schaltungsanordnung gemäß Fig. 4 beseitigt.

Der Schaltungsaufbau gemäß Fig. 4 entspricht weitgehend dem in Fig. 1 dargestellten Aufbau, wobei im Unterschied zu Fig. 1 die durch die Ausgangsspannung  $U_a$  des Aufwärtswandlers 3 gebildete Eingangsgröße des Regelgliedes 13 diesem über einen bandbegrenzenden und die vom kapazitiven Stützkreis 4 erzeugte Wechselspannungskomponente (siehe Fig. 3b) dämpfenden Filterbaustein 18 zugeführt ist.

Ein möglicher Aufbau des Filterbausteins 18 ist in Fig. 5 dargestellt.

Über einen Widerstand 19 wird die Ausgangsspannung  $U_a$  des Aufwärtswandlers 3 dem positiven Eingang eines Operationsverstärkers 20 zugeführt, an dessen Ausgang sich in Reihe geschaltet ein regelbarer Widerstand 21 und ein weiterer Widerstand 22 anschließen, die auf den negativen Eingang des Operationsverstärkers 20 rückgekoppelt sind.

Der negative Eingang des Operationsverstärkers 20 ist über einen Widerstand 23 mit dem positiven Eingang

eines weiteren Operationsverstärkers 24 verbunden, dessen Ausgang auf seinen negativen Eingang rückgekoppelt ist.

Weiterhin ist der negative Eingang des ersten Operationsverstärkers 20 über einen Kondensator 25 auf Masse gelegt.

Der Ausgang des zweiten Operationsverstärkers 24 bildet das gefilterte Ausgangssignal  $U_a'$ , welches dem Regelglied 13 zugeführt wird.

Durch den regelbaren Widerstand 21 ist die in Fig. 5 dargestellte Filteranordnung auf verschiedene Netzfrequenzen einstellbar, das heißt die Filteranordnung gemäß Fig. 5 kann jeweils so ausgelegt werden, daß ein die doppelte Netzfrequenz aufweisender Anteil der Ausgangsspannung  $U_a$  des Aufwärtswandlers 3 ausgefiltert wird.

Anstelle des regelbaren Widerstandes 21 kann ebenso eine verschieden große Widerstände zum Einsatz bringende Schalteranordnung vorgesehen sein, über die die jeweils erforderliche Einstellung vorgenommen wird.

Die Filteranordnung gemäß Fig. 5 ist insbesondere so ausgelegt, daß sie an Netzfrequenzen zwischen 50 und 60 Hz sowie auch an Schiffsgeneratorkfrequenzen von 400 Hz angepaßt werden kann.

Fig. 6 veranschaulicht die der Fig. 3 entsprechenden Kurvenverläufe bei Einsatz eines Filterbausteins gemäß den Fig. 4 und 5.

Die Eingangsspannung  $U_e$  (Fig. 6a) und die Ausgangsspannung  $U_a$  (Fig. 6b) des Aufwärtswandlers 3 verlaufen bei Einsatz des Filterbausteins entsprechend Fig. 3.

Durch die Ausfilterung des Wechselspannungsanteils aus dem dem Regelglied 13 zugeführten Signal  $U_a$  ergibt sich ein konstantes Regelsignal  $U_{R1}$  (Fig. 6c) des ersten Regelverstärkers 14.

Durch dieses konstante und nicht mehr mit dem Fehler gemäß Fig. 3 behaftete Regelsignal  $U_{R1}$  wird schließlich ein unverzerrter Verlauf der Netzstromaufnahme gemäß Fig. 6d erreicht, das heißt die Kurvenform der Netzstromaufnahme folgt bestmöglich der Kurvenform der Netzspannung gemäß Fig. 6a.

Auf die beschriebene Weise wird eine erhebliche Verbesserung des Leistungsfaktors  $\cos\phi$  und die Reduzierung des Oberwellengehaltes des Netzstromes erreicht.

Fig. 7 zeigt den Aufbau eines erfindungsgemäßen Gleichrichter-Netzteils gemäß der zweiten Lösungsvariante, wobei für die in den Fig. 2 und 4 verwendeten und auch in einer Schaltungsanordnung gemäß Fig. 7 enthaltenen Elemente entsprechende Bezugszeichen gewählt sind.

Der zwei Eingangsklemmen aufweisende Doppelweggleichrichter 1 ist in herkömmlicher Weise aus vier entsprechend miteinander verschalteten Dioden 26 aufgebaut.

An die beiden Ausgangsklemmen des Doppelweggleichrichters 1 ist der Aufwärtswandler 3 angeschlossen, welcher ebenso aufgebaut ist, wie der Aufwärtswandler gemäß Fig. 4.

Dem Aufwärtswandler 3 ist ein kapazitiver Stützkreis 4 nachgeordnet, welcher aus einem parallel zu den Ausgangsklemmen des Aufwärtswandlers 3 geschalteten Kondensator 27 besteht.

An die Ausgangsklemmen des kapazitiven Stützkreises 4 ist ein in herkömmlicher Weise mit zwei elektronischen Schaltern 28 und zwei Gleichrichterdioden 29 beschalteter Stromwandler 30 angeschlossen.

An den Stromwandler 30 schließt sich ein Leistungsgleichrichter 31 mit Gleichrichterdiode 32, Entmagnetisierungsdiode 33 und Glättungsdrossel 34 an.

sierungsdiode 33 und Glättungsdrossel 34 an.

Der Ausgang des Leistungsgleichrichters 31 ist schließlich mit einem Schweißstromkreis 35 gekoppelt, der im wesentlichen aus einem Elektrodenhalter 36 und einem Werkstück 37 besteht, wobei Elektrodenhalter 36 und Werkstück 37 die eigentliche Last der Gesamtschaltung darstellen.

Der elektronische Schalter 11 des Aufwärtswandlers 3 ist mit einem Taktsignal 12 beaufschlagt, das vom Regelglied 13 generiert wird, wobei das Regelglied 13 folgendermaßen aufgebaut ist:

Über einen Verstärker 38 wird dem Multiplizierer 16 die Eingangsspannung  $U_e$  des Aufwärtswandlers 3 zugeführt.

Die Ausgangsspannung  $U_a$  des Aufwärtswandlers 3 kann dem Regelglied 13 dabei über den Filterbaustein 18 gemäß der bereits beschriebenen ersten Lösungsvariante zugeführt werden, wobei der Filterbaustein 18 beispielsweise entsprechend Fig. 5 aufgebaut sein kann. Ebenso ist es jedoch auch möglich, den Filterbaustein 18 nicht einzusetzen und die Ausgangsspannung  $U_a$  dem Regelglied 13 direkt zuzuführen, wobei in diesem Fall mit der Gesamtschaltung lediglich die Vorteile der verringerten Reaktionszeit gemäß der zweiten Lösungsvariante erreichbar sind.

Die gegebenenfalls gefilterte Ausgangsspannung  $U_a$  bzw.  $U_a'$  des Aufwärtswandlers 3 wird innerhalb des Regelglieds 13 über einen Widerstand 39 dem negativen Eingang eines Operationsverstärkers 40 zugeführt, wobei der negative Eingang des Operationsverstärkers 40 über einen weiteren Widerstand 41 auf Masse gelegt ist.

An den positiven Eingang des Operationsverstärkers 40 ist der auf die Ausgangsspannung des Aufwärtswandlers 3 bezogene Sollwert  $U_{a/soll}$  angelegt. Der Ausgang des Operationsverstärkers 40 ist über die Parallelschaltung eines Widerstands 42 und eines Kondensators 43 auf dessen negativen Eingang rückgekoppelt.

Weiterhin ist der Ausgang des Operationsverstärkers 40 mit einem Eingang des Multiplizierers 16 verbunden.

Ein die Netzstromaufnahme  $I_{st}$  repräsentierendes Signal 44 wird über einen Verstärker 45 an den positiven Eingang eines Operationsverstärkers 46 angelegt, dessen negativer Eingang mit dem Ausgangssignal des Multiplizierers 16 beaufschlagt ist.

Der Ausgang des Operationsverstärkers 46 ist mit dem R-Eingang eines RS-Flip-Flops 47 verbunden, an dessen S-Eingang ein Taktsignal konstanter Frequenz angelegt ist, wobei die Frequenz dieses Taktsignals deutlich höher als die Netzfrequenz gewählt ist, insbesondere liegt die Frequenz dieses Taktsignals ungefähr um den Faktor 1000 über der Netzfrequenz. Das RS-Flip-Flop 47 bildet in der in Fig. 7 dargestellten Schaltung die bereits erwähnte Pulsweitenmodulationstreiberstufe.

Das Ausgangssignal des Verstärkers 38, welcher die Eingangsspannung  $U_e$  des Aufwärtswandlers verstärkt, wird über ein Tiefpaßfilter 48 einem Komparator 49 zugeführt, welcher einen Vergleich mit einer Referenzspannung  $U_{ref}$  vornimmt und gegebenenfalls ein entsprechendes Überspannungssignal an seinem Ausgang erzeugt.

In entsprechender Weise ist das die Netzstromaufnahme repräsentierende Signal 44 über den Verstärker 45 einem weiteren Komparator 50 zugeführt, in welchem dieses Signal mit einem Referenzstromwert  $I_{ref}$  verglichen wird. Die Ausgangssignale der beiden Komparatoren 49, 50 werden einer Summierstufe 51 zugeführt, deren Ausgangssignal im Falle des Auftretens ei-

ner Überspannung bzw. eines Überstroms das RS-Flip-Flop 47 entsprechend beaufschlagt und zum Abschalten veranlaßt.

Die Eingangsspannung  $U_e$  des Aufwärtswandlers 3 wird entsprechend der zweiten Lösungsvariante der Erfindung über einen Bypass 52 dem Multiplizierer 16 zugeführt.

Der Bypass 52 weist dabei einen Verstärker 53 und einen nachgeschalteten Multiplizierer 54 auf, welcher das verstärkte Eingangssignal  $U_e$  mit sich selbst multipliziert und auf diese Weise das Quadrat des Eingangssignals bildet.

Das Ausgangssignal des Multiplizierers 54 wird dann einem Kehrwertbilder 55 zugeführt, dessen Ausgangssignal das Ausgangssignal des Bypass 52 bildet und an den Multiplizierer 16 angelegt ist.

Durch die beschriebene Bypass-Schaltung wird die vorstehend erwähnte unerwünschte Verzögerungszeit eliminiert und gewährleistet, daß der Operationsverstärker 46 nur noch die Leistungsänderungen am Ausgang des Aufwärtswandlers 3 ausregelt und nicht mehr auf unerwünschte Weise auf Änderungen der Eingangsspannung  $U_e$  des Aufwärtswandlers 3 reagiert.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Doppelweg-Gleichrichter
- 2 Eingangsklemmen
- 3 Aufwärtswandler
- 4 kapazitiver Stützkreis
- 5 Eingangsklemme
- 6 Eingangsklemme
- 7 Ausgangsklemme
- 8 Ausgangsklemme
- 9 Drossel
- 10 Diode
- 11 elektronischer Schalter
- 12 Taktsignal
- 13 Regelglied
- 14 erster Regelverstärker
- 15 zweiter Regelverstärker
- 16 Multiplizierer
- 17 Pulsweitenmodulationstreiberstufe
- 18 Filterbaustein
- 19 Widerstand
- 20 Operationsverstärker
- 21 regelbarer Widerstand
- 22 Widerstand
- 23 Widerstand
- 24 Operationsverstärker
- 25 Kondensator
- 26 Dioden
- 27 Kondensator
- 28 elektronischer Schalter
- 29 Gleichrichterdiode
- 30 Stromwandler
- 31 Leistungsgleichrichter
- 32 Gleichrichterdiode
- 33 Entmagnetisierungsdiode
- 34 Glättungsdrossel
- 35 Schweißstromkreis
- 36 Elektrodenhalter
- 37 Werkstück
- 38 Verstärker
- 39 Widerstand
- 40 Operationsverstärker
- 41 Widerstand
- 42 Widerstand

- 43 Kondensator
- 44 Signal
- 45 Verstärker
- 46 Operationsverstärker
- 47 RS-Flip-Flop
- 48 Tiefpaß-Filter
- 49 Komparator
- 50 Komparator
- 51 Summierstufe
- 52 Bypass
- 53 Verstärker
- 54 Multiplizierer
- 55 Kehrwertbilder

#### Patentansprüche

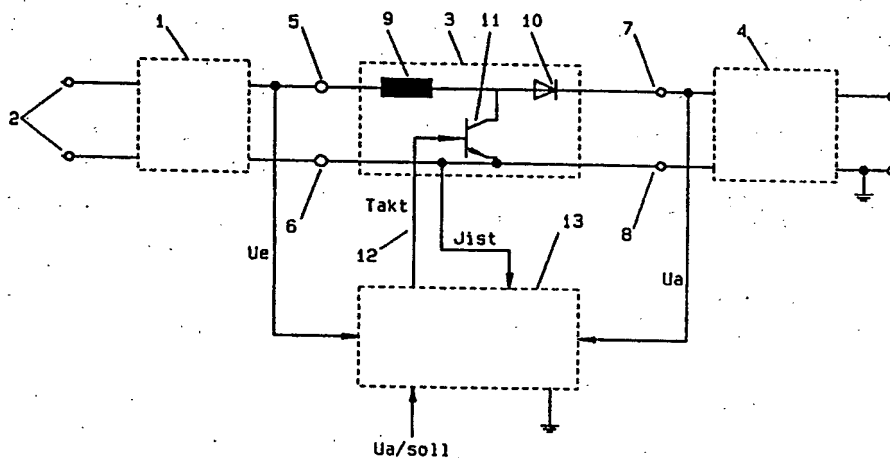
1. Gleichrichter-Netzteil, insbesondere für Schweiß- oder Plasma-Schneidergeräte, mit einem an ein Wechselspannungsnetz anschließbaren Doppelweg-Gleichrichter (1), welchem ein kapazitiver Stützkreis (4) und ein den zeitlichen Verlauf der Netzstromaufnahme ( $I_{ist}$ ) an den Netzspannungsverlauf anpassender Aufwärtswandler (3) nachgeordnet sind, wobei der Aufwärtswandler (3) von einem Regelglied (13) angesteuert ist, dem als Eingangsgrößen die zeitlichen Verläufe der Netzstromaufnahme ( $I_{ist}$ ) der Eingangs- ( $U_e$ ) und der Ausgangsspannung ( $U_a$ ) des Aufwärtswandlers (3) sowie insbesondere ein auf die Ausgangsspannung ( $U_a$ ) des Aufwärtswandlers bezogener Sollwert ( $U_{a/soll}$ ) zugeführt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die durch die Ausgangsspannung des Aufwärtswandlers ( $U_a$ ) gebildete Eingangsgröße des Regelgliedes (13) diesem über einen bandbegrenzenden und eine vom kapazitiven Stützkreis (4) erzeugte Wechselspannungskomponente dämpfenden Filterbaustein (18) zugeführt ist.
2. Gleichrichter-Netzteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Filterbaustein (18) als Tiefpaß ausgeführt ist.
3. Gleichrichter-Netzteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzfrequenz des Filterbausteins (18) in Abhängigkeit von der Netzfrequenz einstellbar ist.
5. Gleichrichter-Netzteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der mit zwei Eingangs- (5, 6) und zwei Ausgangsklemmen (7, 8) versehene Aufwärtswandler (3) zwischen der ersten Eingangs- (5) und der ersten Ausgangsklemme (7) eine Reihenschaltung aus einer Drossel (9) und einer Diode (10) aufweist, wobei der Verbindungspunkt von Drossel (9) und Diode (10) über einen elektronischen Schalter (11) mit der zweiten Eingangs- (6) und der zweiten Ausgangsklemme (8) verbunden sind.
6. Gleichrichter-Netzteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelglied (13) einen ersten (14, 51) und einen zweiten (15, 46) vergleichenden Regelverstärker, einen Multiplizierer (16) und eine einen elektronischen Schalter (11) des Aufwärtswandlers (3) ansteuernde Pulsweitenmodulationstreiberstufe (17, 47) aufweist.



7. Gleichrichter-Netzteil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Regelverstärker (14, 51) mit der Ausgangsspannung ( $U_a$ ) des Aufwärtswandlers (3) und dem auf diese bezogenen Sollwert ( $U_{a/soll}$ ) beaufschlagt ist. 5
8. Gleichrichter-Netzteil nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Multiplizierer (16) mit dem Ausgangssignal ( $U_{R1}$ ) des ersten Regelverstärkers (14, 51) und dem Betrag der Eingangsspannung ( $U_e$ ) des Aufwärtswandlers (3) beaufschlagt ist. 10
9. Gleichrichter-Netzteil nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Regelverstärker (15, 46) mit dem Ausgangssignal des Multiplizierers (16) und einem den zeitlichen Verlauf der Netzstromaufnahme ( $I_{st}$ ) repräsentierenden Signal (44) beaufschlagt ist. 15
10. Gleichrichter-Netzteil nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die ein Taktsignal (12) für den elektronischen Schalter (11) des Aufwärtswandlers (3) generierende Pulsweitenmodulationstreiberstufe (17, 47) mit dem Ausgangssignal des zweiten Regelverstärkers (15, 46) beaufschlagt ist. 20
11. Gleichrichter-Netzteil nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelglied (13), insbesondere die Pulsweitenmodulationstreiberstufe (17, 47) eine Überstrom- und/oder Überspannungsabschaltung aufweist. 25
12. Gleichrichter-Netzteil nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß einer Komponente (46) des Regelglieds (13) anstelle der durch die Eingangsspannung ( $U_e$ ) des Aufwärtswandlers (3) gebildeten Eingangsgröße die mit dem Quadrat ihres Kehrwerts multiplizierte Eingangsspannung ( $U_e$ ) des Aufwärtswandlers (3) im wesentlichen unverzögert zugeführt ist. 30
13. Gleichrichter-Netzteil nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingangsspannung ( $U_e$ ) des Aufwärtswandlers (3) den beiden Eingängen eines Multiplizierers (54), dessen Ausgangssignal einem Kehrwertbildner (55) und dessen Ausgangssignal wiederum dem im Regelglied (13) enthaltenen Multiplizierer (16) zugeführt ist, der zudem mit dem Betrag der Eingangsspannung ( $U_e$ ) des Aufwärtswandlers (3) und dem Ausgangssignal ( $U_{R1}$ ) des ersten Regelverstärkers (14, 51) beaufschlagt ist. 35
14. Gleichrichter-Netzteil nach einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der an seinen beiden Eingängen mit der Eingangsspannung ( $U_e$ ) des Aufwärtswandlers (3) beaufschlagte Multiplizierer (54) und der Kehrwertbildner (55) eine vernachlässigbar kurze Verzögerungszeit aufweisen. 40
- 45
- 50
- 55

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1



**Fig. 2**

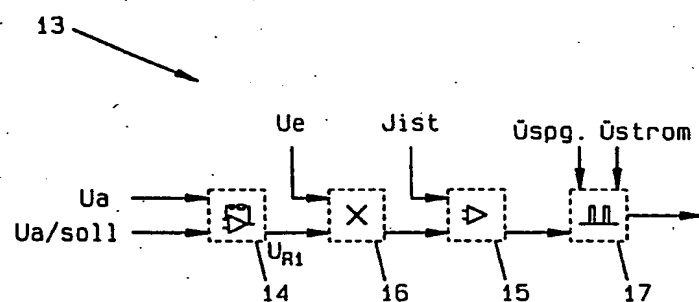


Fig. 3

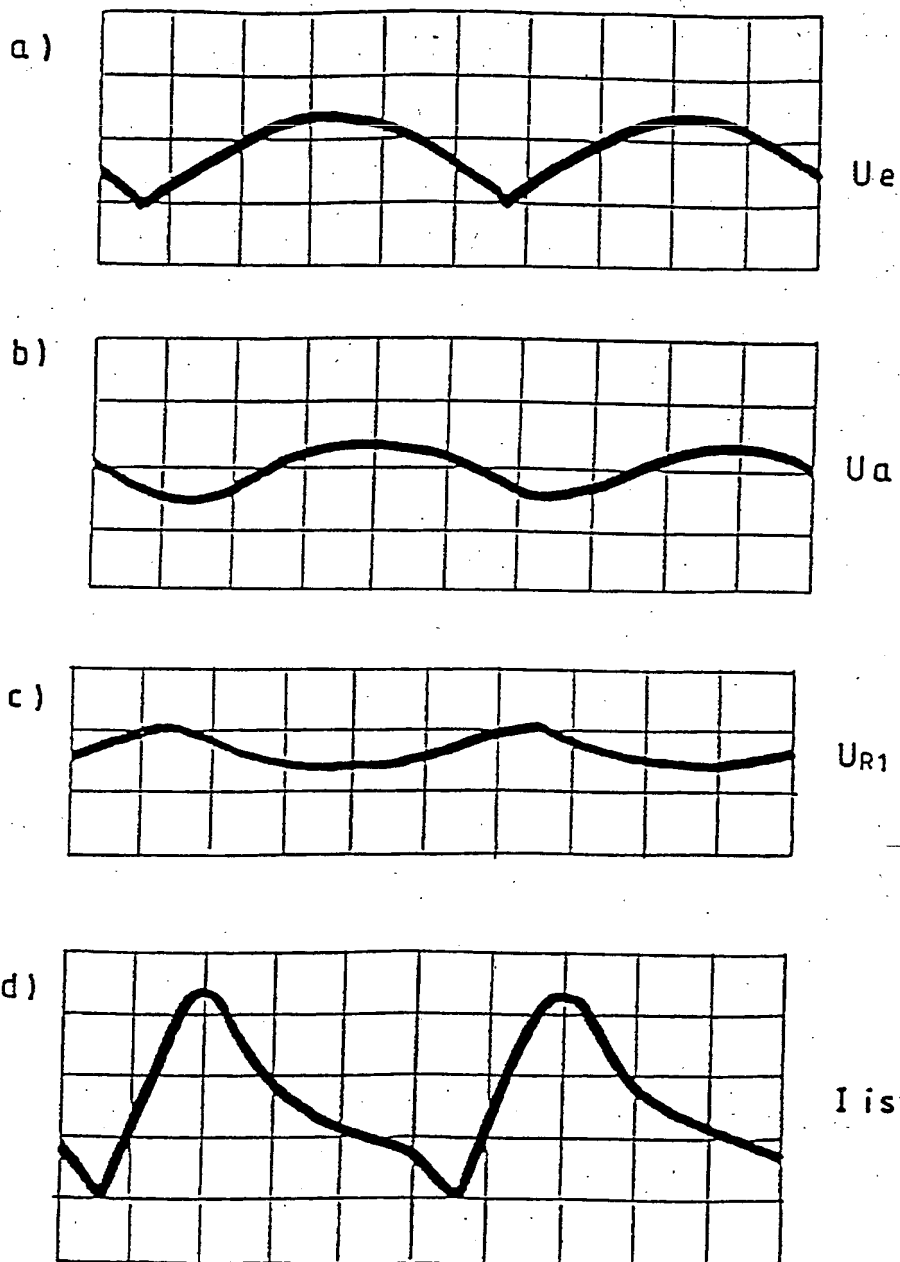


Fig. 4

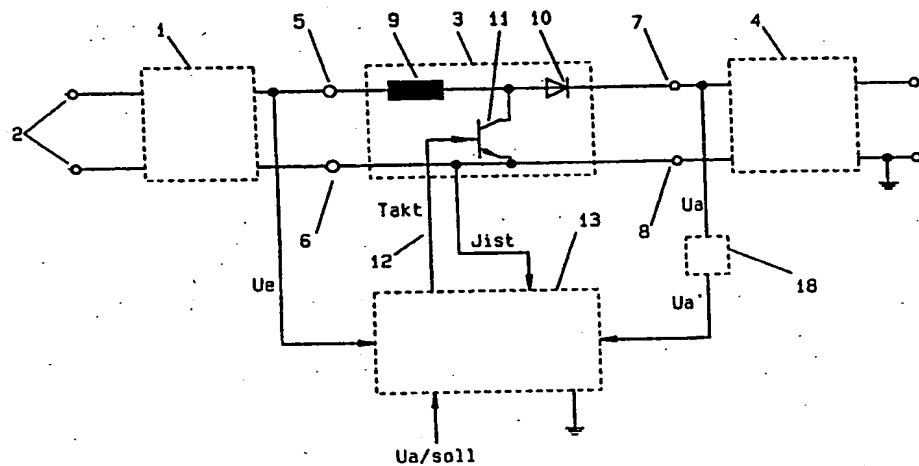


Fig. 5

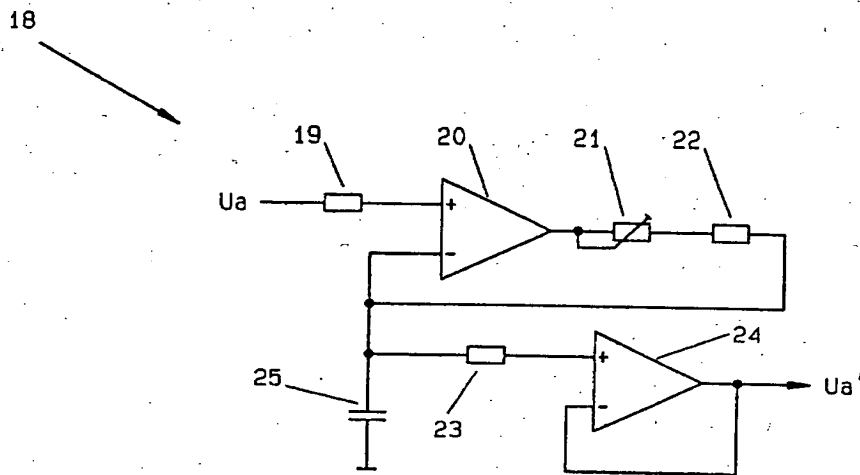


Fig. 6

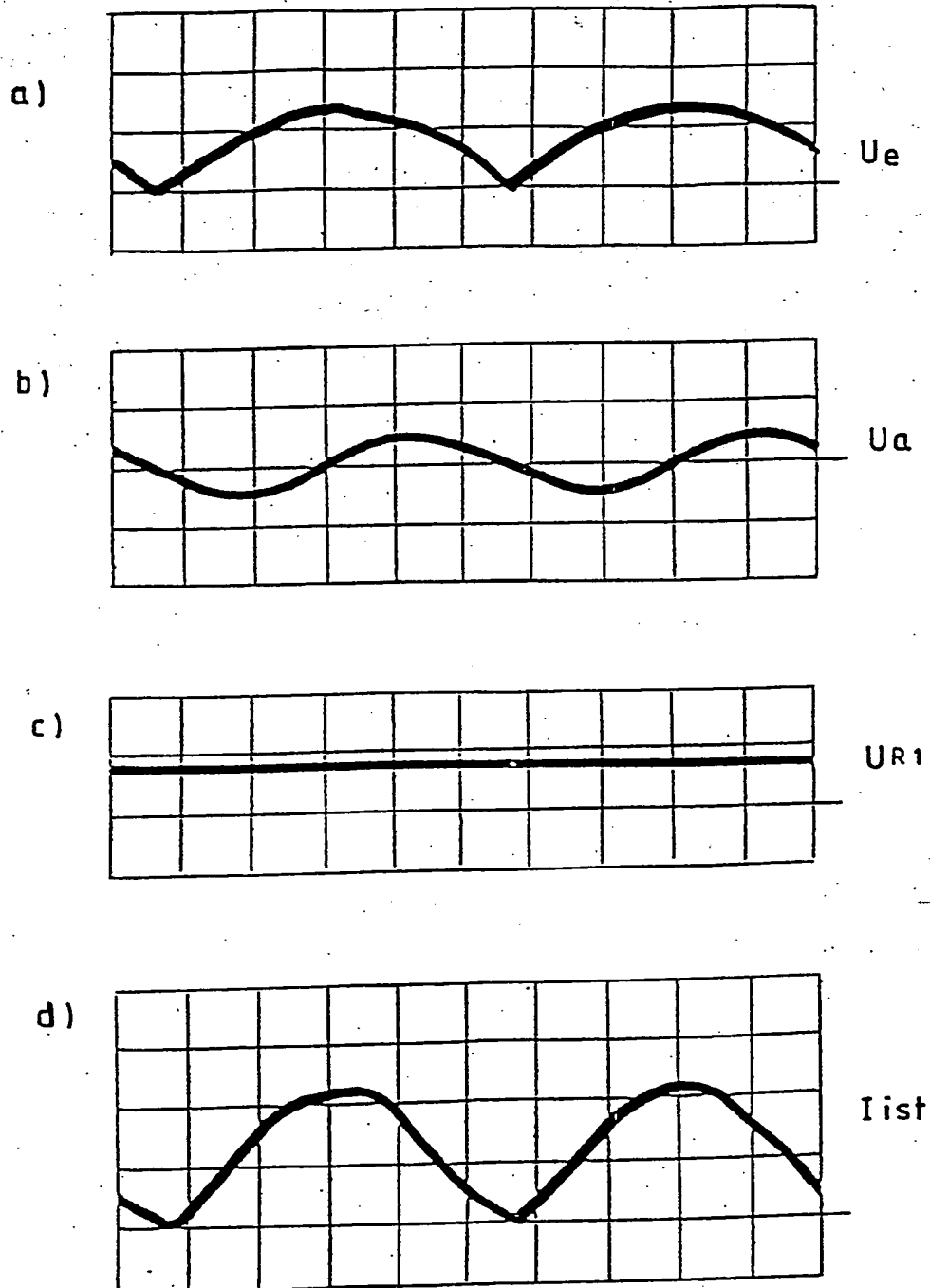


Fig. 7

